

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11340949 A**

(43) Date of publication of application: **10 . 12 . 99**

(51) Int. Cl. **H04J 13/04**

(21) Application number: **10139989**

(22) Date of filing: **21 . 05 . 98**

(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **HAYASHI MAKI**

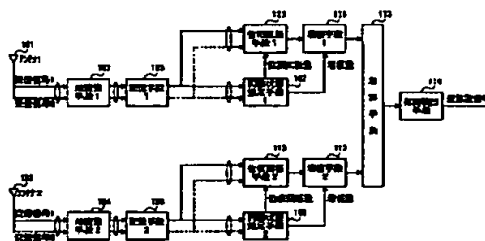
(54) **CDMA COMMUNICATION EQUIPMENT AND
CDMA COMMUNICATION METHOD**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make equipment small in size and light in weight by decreasing the number of correlators.

SOLUTION: A 1st A/D converter means 103 converts an analog signal received by a 1st antenna 101 into a digital signal and a 1st storage means 105 stores the digital signal. Then a 1st phase rotation means 109 controls a phase rotation amount of the received signal and a 1st amplifier means amplifies the amplitude of the received signal. Furthermore, similar processing is applied even to an analog signal received by a 2nd antenna 102. Then an adder means 113 sums the signals, a correlation detection means 114 detects correlation to extract an inversely spread signal.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-340949

(43) 公開日 平成11年(1999)12月10日

(51) Int.Cl.⁹

H 0 4 J 13/04

識別記号

F I

H 0 4 J 13/00

G

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-139989

(22) 出願日 平成10年(1998) 5月21日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 林 真樹

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

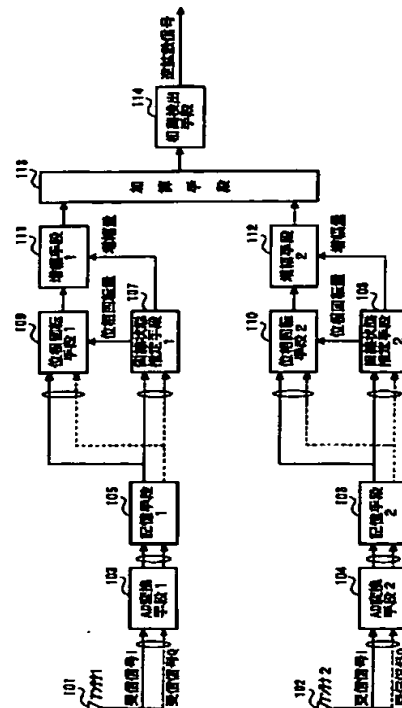
(74) 代理人 弁理士 鷲田 公一

(54) 【発明の名称】 CDMA通信装置及びCDMA通信方法

(57) 【要約】

【課題】 相関器の個数を低減し、装置の小型化、軽量化を図る。

【解決手段】 第1アンテナ101に受信されたアナログ信号を第1AD変換手段103にてデジタル信号に変換し、第1記憶手段105に記憶する。そして、第1位相回転手段109にて受信信号の位相回転量を制御し、第1増幅手段にて受信信号の振幅を増幅する。また、第2アンテナ102に受信されたアナログ信号にも同様の処理を行う。そして、各信号を加算手段113にて加算した後、相関検出手段114にて相関検出を行い、逆拡散信号を取り出す。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 異なるアンテナから受信された拡散信号の位相回転を各々制御する複数の位相回転手段と、前記位相を制御された拡散信号を加算する加算手段と、加算された拡散信号に拡散符号を乗算して相関検出を行う相関検出手段とを具備することを特徴とするCDMA通信装置。

【請求項2】 アンテナから相異なる複数のタイミングで受信された拡散信号の遅延を各々補正する複数の遅延手段と、これらの遅延手段から出力された拡散信号の位相回転を各々制御する複数の位相回転手段と、前記位相を制御された拡散信号を加算する加算手段と、加算された拡散信号に拡散符号を乗算して相関検出を行う相関検出手段とを具備することを特徴とするCDMA通信装置。

【請求項3】 複数のアンテナを具備し、各アンテナは相異なる複数のタイミングで拡散信号を受信することを特徴とする請求項2記載のCDMA通信装置。

【請求項4】 位相回転手段は、拡散信号の位相回転をチップ毎に制御することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のCDMA通信装置。

【請求項5】 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のCDMA通信装置を搭載し、受信信号の相関検出を行うことを特徴とするCDMA移動局装置。

【請求項6】 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のCDMA通信装置を搭載し、受信信号の相関検出を行うことを特徴とするCDMA基地局装置。

【請求項7】 請求項5記載のCDMA移動局装置と、請求項6記載のCDMA基地局装置とにより通信を行うことを特徴とするCDMA通信システム。

【請求項8】 異なるアンテナから受信された拡散信号の位相回転を各々制御した後、これらの拡散信号を加算し、拡散符号を乗算して相関検出を行うことを特徴とするCDMA通信方法。

【請求項9】 アンテナから相異なる複数のタイミングで受信された拡散信号の遅延を各々補正し、位相回転を各々制御した後、これらの拡散信号を加算し、拡散符号を乗算して相関検出を行うことを特徴とするCDMA通信方法。

【請求項10】 複数のアンテナを具備し、各アンテナから相異なる複数のタイミングで拡散信号を受信することを特徴とする請求項9記載のCDMA通信方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、CDMA方式を用いて無線通信を行い、受信信号をRAKE合成して相関検出をおこなうCDMA通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、自動車・携帯電話等のセルラーシステムでは、限られた周波数帯域上でより多くの加入者

容量を確保する周波数有効利用技術が重要となってきた。

【0003】 周波数を有効に利用する多元接続方式の一つとして、符号分割多元接続(CDMA)方式が注目されている。CDMA方式は、広帯域性や、拡散符号による鋭い相関特性等により、優れた通信品質を達成することができる。

【0004】 CDMA方式の一つに、送信信号に拡散符号を乗積する直接拡散方式がある。直接拡散方式を用いる場合、マルチパス成分をRAKE受信して最大比合成することによりダイバーシチ効果をあげることができる。

【0005】 以下、従来のCDMA通信装置の受信処理について、図5のブロック図を用いて説明する。なお、図5は、アンテナブランチ数は2、RAKE合成のフィンガ数がブランチあたり1で、QPSK変調の場合を示す。

【0006】 第1アンテナ11にて受信されたアナログ信号の同相成分、直交成分は、各々第1AD変換手段13にてデジタル信号に変換された後、第1記憶手段15に記憶される。

【0007】 そして、第1記憶手段15から出力されたデジタル信号は、第1回線状態推定手段21にて、多重されたパイロット信号に基づき位相回転量及び受信レベルを推定される。

【0008】 第1記憶手段15から出力されたデジタル信号の同相成分は、第1相関検出手段17にて逆拡散処理され、ビットレートの相関値が位相回転手段23に出力される。同様に、第1記憶手段15から出力されたデジタル信号の直交成分は、第2相関検出手段18にて逆拡散処理され、ビットレートの相関値が第1位相回転手段23に出力される。

【0009】 直交成分、同相成分の相関値は、第1位相回転手段23にて、第1回線状態推定手段21から出力された位相回転量に基づき、受信信号の位相回転量と大きさが等しく回転方向が反対になるようにビット毎に制御される。そして、第1増幅手段にて、第1回線状態推定手段21から出力された増幅量に基づき、振幅を増幅され、加算手段27に出力される。

【0010】 第2アンテナ12にて受信されたアナログ信号は、第1アンテナ11にて受信されたアナログ信号と同様に処理され加算手段27に出力される。加算手段27に入力された各信号を加算することにより受信信号を最大比合成できる。

【0011】 別々の伝走路から異なるアンテナに受信された信号を位相補償して、最大比で合成することにより、フェージングの変動量を合成前の信号に比べて大幅に低減でき、通信品質を向上することができる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記従来のC

DMA通信装置及びCDMA通信方法は、マルチパス環境下や複数のアンテナによるダイバーシチ受信において多数の相関器を備えなくてはならず、回路規模が大きくなり、装置の小型化、軽量化を図ることができないという問題を有する。

【0013】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、相関器の個数を低減し、装置の小型化、軽量化を図ることができるCDMA通信装置及びCDMA通信方法を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するために、以下のような手段を講じた。請求項1記載のCDMA通信装置の発明は、異なるアンテナから受信された拡散信号の位相回転を各々制御する複数の位相回転手段と、前記位相を制御された拡散信号を加算する加算手段と、加算された拡散信号に拡散符号を乗算して相関検出を行う相関検出手段とを具備する構成を採る。

【0015】また、請求項4記載の発明は、請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のCDMA通信装置において、位相回転手段は、拡散信号の位相回転をチップ毎に制御する構成を採る。

【0016】また、請求項8記載のCDMA通信方法の発明は、異なるアンテナから受信された拡散信号の位相回転を各々制御した後、これらの拡散信号を加算し、拡散符号を乗算して相関検出を行う方法を採用する。

【0017】これらの構成により、異なるアンテナから受信された信号をRAKE合成できるので、良好な通信品質を保ったまま、装置の小型化、軽量化を図ることができる。

【0018】また、請求項2記載のCDMA通信装置の発明は、アンテナから相異なる複数のタイミングで受信された拡散信号の遅延を各々補正する複数の遅延手段と、これらの遅延手段から出力された拡散信号の位相回転を各々制御する複数の位相回転手段と、前記位相を制御された拡散信号を加算する加算手段と、加算された拡散信号に拡散符号を乗算して相関検出を行う相関検出手段とを具備する構成を採る。

【0019】また、請求項3記載の発明は、請求項2記載のCDMA通信装置において、複数のアンテナを具備し、各アンテナは相異なる複数のタイミングで拡散信号を受信する構成を採る。

【0020】また、請求項9記載のCDMA通信方法の発明は、アンテナから相異なる複数のタイミングで受信された拡散信号の遅延を各々補正し、位相回転を各々制御した後、これらの拡散信号を加算し、拡散符号を乗算して相関検出を行う方法を採用する。

【0021】また、請求項10記載の発明は、請求項9記載のCDMA通信方法において、複数のアンテナを具備し、各アンテナから相異なる複数のタイミングで拡散信号を受信する方法を採用する。

【0022】これらの構成により、アンテナから異なるタイミングで受信された信号をRAKE合成できるので、良好な通信品質を保ったまま、装置の小型化、軽量化を図ることができる。

【0023】また、請求項5記載のCDMA移動局装置の発明は、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のCDMA通信装置を搭載し、受信信号の相関検出を行う構成を採る。

【0024】また、請求項6記載のCDMA基地局装置の発明は、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のCDMA通信装置を搭載し、受信信号の相関検出を行う構成を採る。

【0025】また、請求項7記載のCDMA通信システムは、請求項5記載のCDMA移動局装置と、請求項6記載のCDMA基地局装置とにより通信を行う構成を採る。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。

（実施の形態1）実施の形態1では、別々の経路を経て同時に別のアンテナに受信された信号を相関検出する場合について説明する。

【0027】実施の形態1におけるCDMA通信装置の構成について、図1のブロック図を用いて説明する。なお、図1は、アンテナブランチ数は2、RAKE合成のフィンガ数がブランチあたり1で、QPSK変調の場合を示す。

【0028】図1に示すCDMA通信装置において、第1アンテナ101及び第2アンテナ102は、通信相手から送信され、別々の伝送路を経てきた信号を同じタイミングで受信する。第1AD変換手段103及び第2AD変換手段104は、各々第1アンテナ101及び第2アンテナ102にて受信されたアナログ信号をディジタル信号に変換する。第1記憶手段105及び第2記憶手段106は、各々第1AD変換手段103及び第2AD変換手段104にて変換されたディジタル信号を一時的に記憶する。

【0029】第1回線状態推定手段107及び第1回線状態推定手段108は、第1記憶手段105及び第2記憶手段106から出力された信号の回線状態を推定する。第1位相回転手段109及び第2位相回転手段110は、第1記憶手段105及び第2記憶手段106から出力された信号の位相を回線状態に応じてチップ毎に制御する。第1増幅手段111及び第2増幅手段112は、第1位相回転手段109及び第2位相回転手段110から出力された信号の振幅を回線状態に応じて増幅する。

【0030】加算手段113は、第1増幅手段111及び第2増幅手段112から出力された信号を加算する。相関検出手段114は、加算手段113から出力された

10

20

30

40

50

信号に拡散符号を乗算する逆拡散処理により相関検出し、逆拡散信号を出力する。

【0031】次に、実施の形態1におけるCDMA通信装置の受信処理について説明する。まず、第1アンテナ101にて受信されたアナログ信号の同相成分、直交成分は、各々第1AD変換手段103にてデジタル信号に変換された後、第1記憶手段105に記憶される。

【0032】そして、第1記憶手段105から出力されたデジタル信号は、第1回線状態推定手段107にて、多重されたパイロット信号に基づき位相回転量及び受信レベルを推定される。

【0033】また、第1記憶手段105から出力されたデジタル信号は、第1位相回転手段109にて、受信信号の位相回転量と大きさが等しく回転方向が反対になるようにチップ毎に制御され、第1増幅手段111にて振幅を増幅され、加算手段113に出力される。

【0034】第2アンテナ102にて受信されたアナログ信号は、第1アンテナ101にて受信されたアナログ信号と同様に処理され加算手段113に出力される。

【0035】加算手段113に輸入された各信号は加算*20

$$s1 = a\alpha + b\beta + c\gamma + d\delta$$

$$s2 = h\alpha + i\beta + j\gamma + k\delta$$

このとき、第1アンテナの直交成分並びに同相成分、及び、第2アンテナの直交成分並びに同相成分のそれぞれについて相関値を求める必要があるため、合計4つの相関検出手段が必要となる。そして、角度 θ の回転量を R *

$$T = (a\alpha + b\beta + c\gamma + d\delta) mR(p)$$

$$+ (h\alpha + i\beta + j\gamma + k\delta) nR(q) \quad (2)$$

ここで、CDMA通信装置は、逆拡散信号の電力値に基づいて送信電力制御を実行する。この制御に必要な値は、上記RAKE合成値 T の同相成分のみである。

【0041】次に、実施の形態1におけるCDMA通信装置において、第1アンテナの受信信号は、第1チップから順に、 $a mR(p)$ 、 $b mR(p)$ 、 $c mR(p)$ 、 $d mR(p)$ となり、第2アンテナの受信信号は、第1チップ★

$$s = (a mR(p) + h nR(q)) \alpha + (b mR(p) + i nR(q)) \beta$$

$$+ (c mR(p) + j nR(q)) \gamma + (d mR(p) + k nR(q)) \delta$$

$$s = (a\alpha + b\beta + c\gamma + d\delta) mR(p)$$

$$+ (h\alpha + i\beta + j\gamma + k\delta) nR(q) \quad (3)$$

式(2)及び式(3)から明らかなように、実施の形態1におけるCDMA通信装置の相関値 s は、RAKE合成値 T と一致する。

【0043】このように、受信信号の位相を回転し、振幅を増幅して加算した後に相関検出することにより、RAKE合成するために従来例で4個必要であった相関検出手段を1個にすることができる。

(実施の形態2) 実施の形態2では、別々の経路を経て異なるタイミングで同じアンテナに受信された信号を相関検出する場合について説明する。

【0044】実施の形態2におけるCDMA通信装置の

*された後、相関検出手段114にて逆拡散処理され、逆拡散信号が出力される。

【0036】次に、実施の形態1におけるCDMA通信装置の出力信号について、従来のCDMA通信装置と比較して説明する。

【0037】例として、1シンボルが4チップの符号について考える。第1アンテナから受信されAD変換された信号の同相成分と直交成分とのベクトルを第1チップから順に a 、 b 、 c 、 d とする。同様に、第2アンテナから受信されAD変換された信号の同相成分と直交成分とのベクトルを第1チップから順に e 、 f 、 g 、 h とする。また、相関器の係数を第1チップから順に α 、 β 、 γ 、 δ とする。また、第1アンテナの受信信号の位相回転量と振幅を各々 p 、 m とし、第2アンテナの受信信号の位相回転量と振幅を各々 q 、 n とする。

【0038】従来のCDMA通信装置における第1アンテナの相関値 $s1$ 及び第2アンテナの相関値 $s2$ は以下に示す式(1)で表される。

【0039】

(1)

※(θ)とすると、RAKE合成値 T は以下の式(2)で表される。

【0040】

★から順に、 $h nR(q)$ 、 $i nR(q)$ 、 $j nR(q)$ 、 $k nR(q)$ となる。よって、加算値は、第1チップから順に、 $a mR(p) + h nR(q)$ 、 $b mR(p) + i nR(q)$ 、 $c mR(p) + j nR(q)$ 、 $d mR(p) + k nR(q)$ となる。したがって、相関値 s は以下に示す式(3)で表される。

【0042】

構成について、図2のブロック図を用いて説明する。なお、図2は、アンテナブランチ数は1、RAKE合成のフィンガ数がブランチあたり2で、QPSK変調の場合を示す。

【0045】図2に示すCDMA通信装置において、アンテナ201は、通信相手から送信され、別々の伝送路を経てきた信号を異なるタイミングで受信する。AD変換手段202は、アンテナ201にて受信されたアナログ信号をデジタル信号に変換する。記憶手段203は、AD変換手段202にて変換されたデジタル信号を一時的に記憶する。

【0046】回線状態推定手段204は、記憶手段203から出力された信号の回線状態を推定する。第1遅延手段205及び第2遅延手段206は、記憶手段203から出力された信号の遅延量を回線状態に応じて補正する。第1位相回転手段207及び第2位相回転手段208は、第1遅延手段205及び第2遅延手段206から出力された信号の位相を回線状態に応じてチップ毎に制御する。第1増幅手段209及び第2増幅手段210は、第1位相回転手段207及び第2位相回転手段208から出力された信号の振幅を回線状態に応じて増幅する。

【0047】加算手段211は、第1増幅手段209及び第2増幅手段210から出力された信号を加算する。相関検出手段212は、加算手段211から出力された信号に拡散符号を乗算する逆拡散処理により相関検出し、逆拡散信号を出力する。

【0048】次に、実施の形態2におけるCDMA通信装置の受信処理について説明する。まず、アンテナ201にて受信されたアナログ信号の同相成分、直交成分は、AD変換手段202にてデジタル信号に変換された後、記憶手段203に記憶される。

【0049】そして、記憶手段203から出力されたデジタル信号は、回線状態推定手段204にて、多重されたパイロット信号に基づき位相回転量及び受信レベルを推定される。

【0050】また、記憶手段203から出力されたデジタル信号は、第1遅延手段205にて遅延量が補正され、第1位相回転手段207にて、受信信号の位相回転*

$$s1 = a\alpha + b\beta + c\gamma + d\delta$$

$$s2 = c\alpha + d\beta + e\gamma + f\delta$$

このとき、第1フィンガの直交成分並びに同相成分、及び、第2フィンガの直交成分並びに同相成分のそれぞれについて相関値を求める必要があるため、合計4つの相関検出手段が必要となる。そして、角度 θ の回転量を R ※

$$T = (a\alpha + b\beta + c\gamma + d\delta) mR(p) + (c\alpha + d\beta + e\gamma + f\delta) nR(q) \quad (5)$$

ここで、CDMA通信装置は、逆拡散信号の電力値に基づいて送信電力制御を実行する。この制御に必要な値は、上記RAKE合成値 T の同相成分のみである。

【0057】次に、実施の形態2におけるCDMA通信装置において、第1フィンガの受信信号は、第1チップから順に、 $a mR(p)$ 、 $b mR(p)$ 、 $c mR(p)$ 、 $d mR(p)$ となり、第2フィンガの受信信号は、第1チップ★

$$s = (a mR(p) + c nR(q)) \alpha + (b mR(p) + d nR(q)) \beta + (c mR(p) + e nR(q)) \gamma + (d mR(p) + f nR(q)) \delta$$

$$s = (a\alpha + b\beta + c\gamma + d\delta) mR(p) + (c\alpha + d\beta + e\gamma + f\delta) nR(q) \quad (6)$$

よって、式(5)及び式(6)から明らかなように、実施の形態2におけるCDMA通信装置の相関値 s は、RAKE合成値 T と一致する。

*量と大きさが等しく回転方向が反対になるようにチップ毎に制御され、第1増幅手段209にて振幅を増幅され、加算手段211に出力される。同様に、記憶手段203から出力されたデジタル信号は、第2遅延手段206にて遅延量が補正され、第2位相回転手段208にて、受信信号の位相回転量と大きさが等しく回転方向が反対になるように制御され、第2増幅手段210にて振幅を増幅され、加算手段211に出力される。

【0051】加算手段211に入力された各信号は加算された後、相関検出手段212にて逆拡散処理され、逆拡散信号が出力される。

【0052】次に、実施の形態2におけるCDMA通信装置の出力信号について、従来のCDMA通信装置と比較して説明する。

【0053】例として、1シンボルが4チップの符号について考える。アンテナから受信されAD変換された信号の同相成分と直交成分とからなるベクトルの時系列を順に a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f とする。第1フィンガは a をシンボルの第1チップとし、第2フィンガは c をシンボルの第1チップとする。また、相関器の係数を第1チップから順に α 、 β 、 γ 、 δ とする。また、第1フィンガの位相回転量と振幅を各々 p 、 m とし、第2フィンガの位相回転量と振幅を各々 q 、 n とする。

【0054】従来のCDMA通信装置における第1フィンガの相関値 $s1$ 及び第2フィンガの相関値 $s2$ は以下に示す式(4)で表される。

【0055】

(4)

※(θ)とすると、RAKE合成値 T は以下の式(5)で表される。

【0056】

★から順に、 $c nR(q)$ 、 $d nR(q)$ 、 $e nR(q)$ 、 $f nR(q)$ となる。よって、加算値は、第1チップから順に、 $a mR(p) + c nR(q)$ 、 $b mR(p) + d nR(q)$ 、 $c mR(p) + e nR(q)$ 、 $d mR(p) + f nR(q)$ となる。したがって、相関値 s は以下に示す式(6)で表される。

【0058】

【0059】このように、受信信号の遅延量を補正し、位相を回転し、振幅を増幅して加算した後に相関検出することにより、RAKE合成するために従来例で4個必

要であった相関検出手段を1個にすることができる。

【0060】なお、複数の信号を多重送信する場合、信号の数だけ相関検出手段を備えることにより対処できる。図3は、実施の形態2におけるCDMA通信装置の2符号多重伝送時の構成を示すブロック図である。

【0061】図3に示すCDMA通信装置において、第1相関検出手段301と第2相関検出手段302は、互いに直交性を有する拡散符号を乗算することにより、異なる信号を相関検出する。なお、図3における他の構成は、図2と同様であるので、図2と同一符号を付して説明を省略する。

【0062】なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、実施の形態1及び実施の形態2を組み合わせるCDMA通信装置を構成してもよい。

【0063】図4は、アンテナブランチ数は2、RAKE合成のフィンガ数がブランチあたり2で、QPSK変調の場合を示し、実施の形態1及び実施の形態2を組み合わせたCDMA通信装置の構成である。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、分配して受信された信号を遅延制御、位相回転制御及び振幅制御を実行してから合成し、相関検出を行うことにより、少数の相関器でRAKE合成し、装置の小型化、軽*

* 量化を実現するCDMA通信装置及びCDMA通信方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1におけるCDMA通信装置の構成を示すブロック図

【図2】実施の形態2におけるCDMA通信装置の構成を示すブロック図

【図3】実施の形態2におけるCDMA通信装置の2符号多重伝送時の構成を示すブロック図

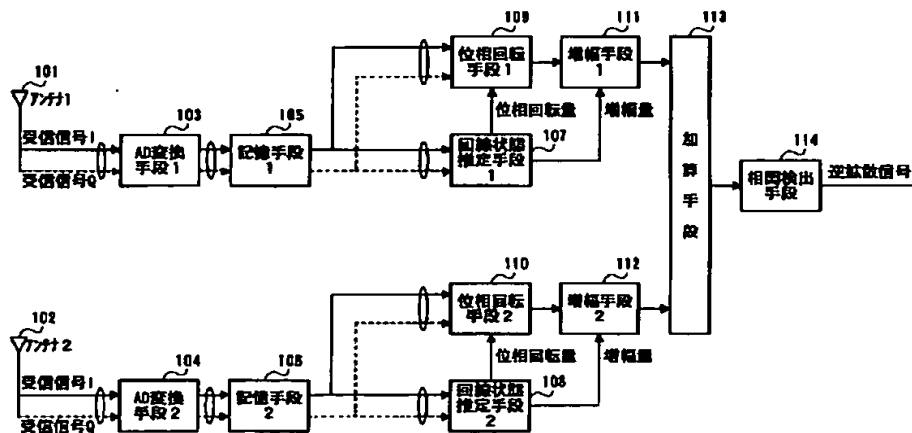
【図4】実施の形態1及び実施の形態2を組み合わせたCDMA通信装置の構成を示すブロック図

【図5】従来のCDMA通信装置の構成を示すブロック図

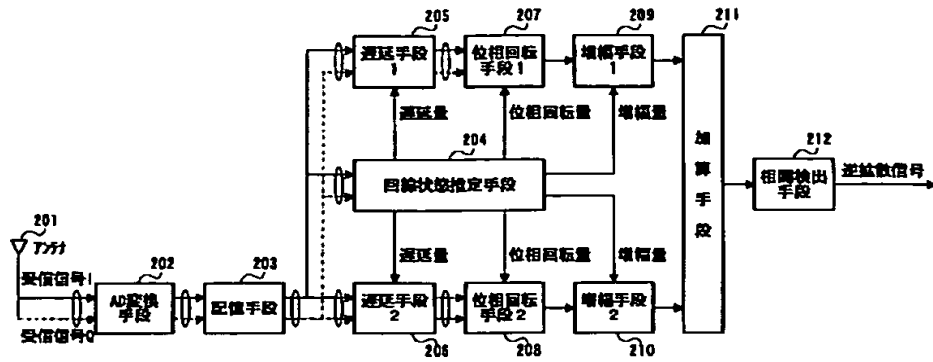
【符号の説明】

- 101、102 アンテナ
- 103、104 AD変換手段
- 105、106 記憶手段
- 107、108 回線状態推定手段
- 109、110 位相回転手段
- 111、112 増幅手段
- 113 加算手段
- 114 相関検出手段

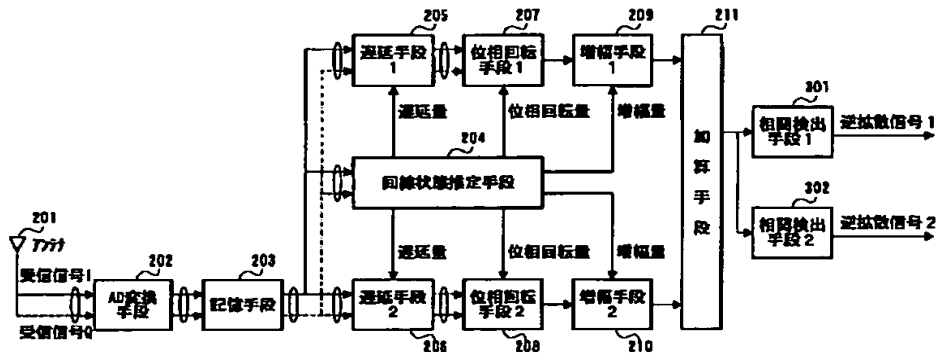
【図1】



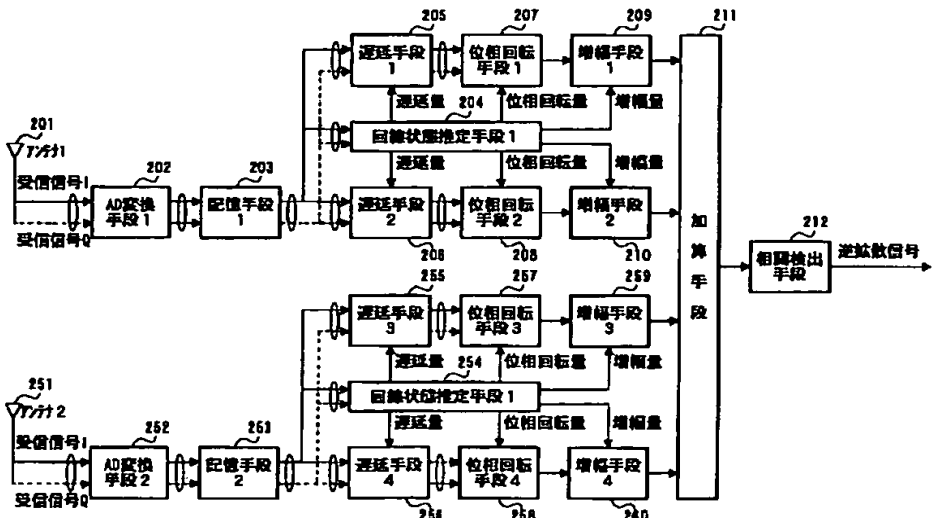
【図 2】



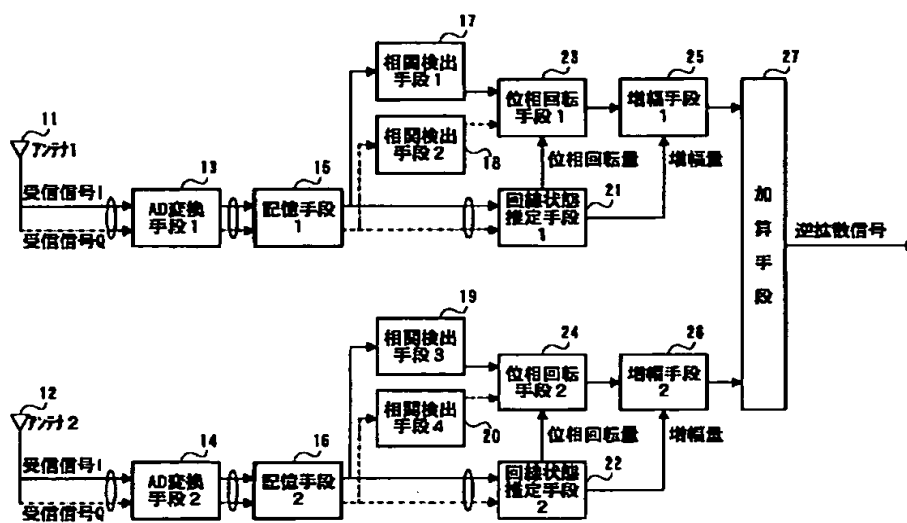
【図 3】



【図 4】



【図5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.